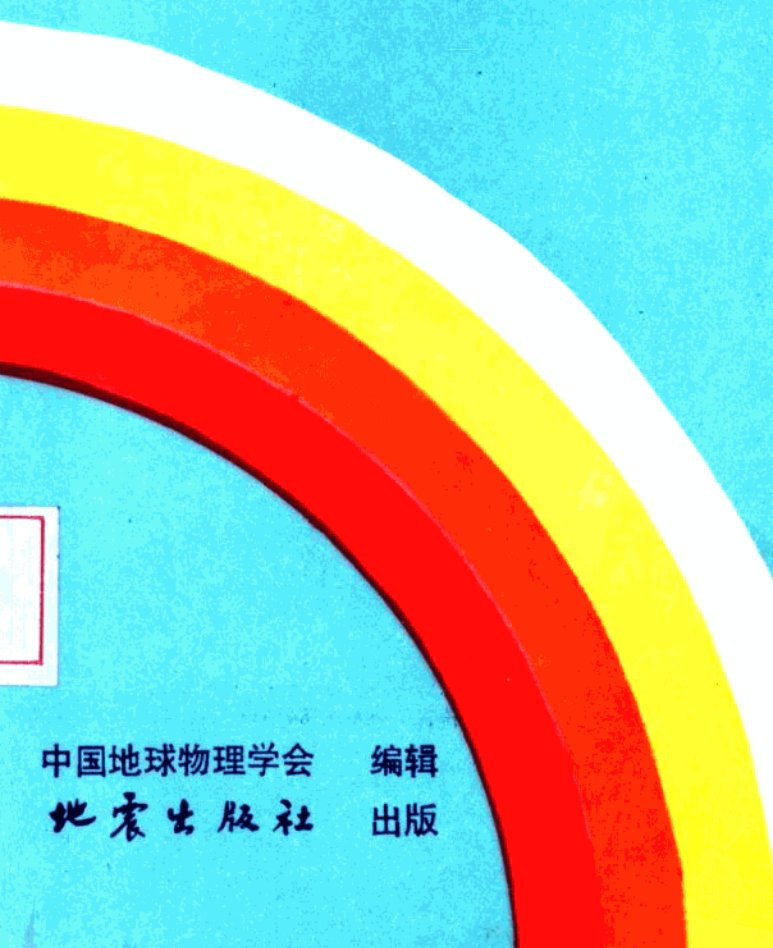


中国地球物理学会 年刊

1991

(第7届年会, 北京, 10.8—12)



中国地球物理学会 编辑
地震出版社 出版

中国地球物理学会年刊

1 9 9 1

中国地球物理学会 编辑

地 震 出 版 社

1 9 9 1

中国地球物理学会第7届年会

(北京, 1991.10.8—12)

会议筹备领导小组

组 长 曾融生
副组长 刘光鼎 曲克信
成 员 王妙月 赵文津 刘宝诚
秘 书 汪纬林

地方组织委员会

主任委员 刘光鼎
副主任委员 王妙月 王谦身
秘 书 杨仲武 李平一

各专题负责人

- | | |
|---------------------|-------------|
| 1. 计算地球物理 | 李幼铭 |
| 2. 地壳构造 | 王椿镛 熊绍柏 |
| 3. 上地幔构造、物质组成、动力学 | 刘若新 石耀霖 王谦身 |
| 4. 石油物探方法的进展 | 牟永光 |
| 5. 金属物探方法的进展 | 吴宣志 |
| 6. 工程物探方法的进展 | 王立群 |
| 7. 古地磁与岩石磁学 | 谭承泽 |
| 8. 地球物理信号处理理论、方法与应用 | 郑治真 |
| 9. 非线性理论在地球物理学中的应用 | 陈 颀 |
| 10. 新技术和仪器 | 刘宝诚 赵鸿儒 |

目 录

大会报告

石油物探技术的进展	马在田 (1)
金属矿物探的进展	何继善 (2)
地震预报的进展	陈 颀 (3)

计算地球物理

层状介质参数反演的阶跃梯度法	段方勇 黄载禄等 (4)
地球物理多参数反演中的正则化参数优选问题	张 让 张文生等 (5)
位场反演中的双次滤波技术研究	王西文 (6)
地震-重力联合反演——不同方式的实现与对比	李 雄 (7)
用多重测线与多重界面走时曲线进行速度反演	黄怀勇 (8)
地震体波波形反演的应用	武利钧 (9)
弹性波克希霍夫偏移在求纵、横波振幅比中的应用	袁晓晖 王妙月 (10)
青藏亚东—格尔木剖面地震波速度场的数值模拟	魏东平 周蕙兰等 (11)
大地电磁—维联合反演及平均阻抗的应用	林长佑 武玉霞 (12)
2.5 维时域滤波和最大熵衍射 CT 成像	顾本立 邓东云等 (13)
无震源影响的地震波散射层析成像方法	周 兵 曹家教等 (14)
时域反散射的最大熵层析成像研究	尹 峰 顾本立 (15)
离散地震层析成像的迭代加速方法	唐隆基 李 文 (16)
Radon 变换的抽样取值问题	李世雄 叶雅梅等 (17)
三维弹性波散射算子的性质与逆散射	刘 洪 李幼铭等 (18)
线性规划法在确定物性分布中的应用	刘 展 潘作枢 (19)
平面内剪切断层的超 S 波速破裂	李世恩 陈运泰 (20)
动态有限元方程的一种频域散射算法	杨宝俊 (21)
吸收介质中的 Maslov 理论地震图	朱良保 曾融生 (22)
转换界面结构对远震 PS 波波形特征的影响	吴忠良 臧绍先 (23)
二维非弹性介质的地震射线方法	吴 军 臧绍先等 (24)
美国 Turkey Flat 试验场地震场地响应预测	徐果明 陈镜波 (25)
双相介质中波的传播特性及其数值计算	徐文骏 金 文 (26)
炕席干扰的动力学成因	许 云 乌达巴拉等 (27)
平面声波在分层多孔介质中的反射和透射	乔文孝 王耀俊等 (28)
油田钻井瞬态声场的数值研究	张海澜 李明轩 (29)
长源距全波列测井资料的分析处理	楚泽涵 赵培华 (30)

关于近震 S 波分裂的研究	高原 冯德益等 (31)
地震波在海底淤泥中传播的[Y]模型模拟研究	刘 财 杨宝俊等 (32)
估计大震地面运动的综合方法	郑天愉 姚振兴 (33)
用 P 波资料测定震源过程的人机交互系统	姚振兴 郑天愉等 (34)
二维非均匀介质中地震波的散射——合成地震图	范会吉 姚 陈 (35)
非均匀介质中快速精确的射线追踪	宋林平 朱介寿等 (36)
DSS 频散波的波场变换法研究	何正勤 (37)

地壳构造

中国大陆东部区域构造的发展演化	齐文凯 周生义等 (38)
MAGSAT 卫星磁异常的矩谱分析	王月华 (39)
中国及邻近地区卫星磁异常的球冠谱和分析	安振昌 马石庄等 (40)
中国岩石圈电性特征	李 立 (41)
南北地震带北段硅热流值	王 非 梁恕信等 (42)
龙门山断裂带的深部构造及其两侧的地壳结构	崔作舟 (43)
丽江—普海地带的二维地壳结构及其构造意义	郑 晔 熊绍柏等 (44)
川滇地区岩石圈上部结构与构造	熊绍柏 尹周勤 (45)
中国西北及邻区地壳三维速度结构	单新建 冯德益等 (46)
祁连山中段深部电性结构及潜在震源危险区	张云琳 刘晚玲等 (47)
辽西内蒙古地区地壳结构的转换波测深研究	刘宝诚 赵国敏等 (48)
汾渭断陷带重力均衡异常与地壳表、浅层结构	殷秀华 刘铁胜等 (49)
邢台地震区的三维深部构造背景	邵学钟 张家茹等 (50)
邢台大震区深地震反射探测及研究	王梅儒 林中洋等 (51)
五台山区壳幔构造的研究	郑远汪 祝治平等 (52)
山西高原东北部壳幔构造与大同地震	祝治平 张建师等 (53)
鄂尔多斯北缘地震带地壳磁性层特征	张 先 李长法等 (54)
豫北及其外围地区地壳上地幔结构	张成科 赵金仁等 (55)
华北滦县地震区的三维地震透射研究	张先康 杨玉春等 (56)
东秦岭深部构造特征及其地质意义	程顺有 张国伟 (57)
用爆炸地震方法研究东秦岭地区的地壳结构	曹家敏 朱介寿等 (58)
江汉盆地东部南北向构造在区域构造中的作用	李占奎 (59)
秦岭造山带的深部构造	周国藩 杨森楠 (60)
随县—启东地带电性结构及与郧庐断裂的关系	孔祥儒 李宗舜等 (61)
合肥盆地地球物理场的地质分析	邵世德 郑文武等 (62)
溧阳地震区地壳深部结构	梁中华 唐荣余等 (63)
三峡工程坝区及外围深部界面形态特征	赵静娴 彭文涛等 (64)
长江三峡地区深部构造	陈步云 李胜东 (65)
三峡地区地壳速度结构及其构造意义	陈学波 彭文涛等 (66)

三峡地区基底面二维速度反演	牛之俊 王椿镛等 (67)
古雷—石城地区地壳与上地幔速度结构的初步研究	边银菊 刘宝诚等 (68)
台湾的古陆刚体和现代板块运动	刘光夏 赵文俊等 (69)
福建—台湾及其邻区的三维速度结构	李 强 蔡晋安 (70)
海南岛重力场与深部构造特征	张树淮 (71)
南海的岩石圈结构与均衡模型	林进峰 陈 雪 (72)
测深资料中 S 波的研究及地壳结构的波形拟合	沈心焯 吴 军等 (73)
雷琼地区深地震测深资料再处理结果	林中洋 何正勤等 (74)

上地幔构造、物质组成、动力学

苏北—胶南高压变质石榴石橄榄岩的岩石学特征	刘若新 樊祺诚等 (75)
云南新平县双沟蛇绿岩中的浸染橄榄岩	张 旗 赵大升 (76)
挥发组分影响岩石圈矿物组成变化的实验	熊大和 (77)
岩浆岩 K_2O —— 莫霍面深度计	吴珍汉 (78)
上地幔橄榄岩变形组构与地震波速各向异性	金振民 金淑燕等 (79)
中国东部新生代火山作用与地幔分熔	肖森宏 (80)
华南及其东南海域软流层结构特征	吴 华 刘建华 (81)
全球热点分布与地幔底部的焦耳加热作用	马石庄 (82)
中国南北带北段速度结构特征与强震分布	刘建华 吴 华 (83)
渤海及其邻区的三维速度结构及地震定位	孙若昧 赵燕来等 (84)
大同地震横波分裂随时间的变化	姚 陈 王培德等 (85)
中国西部三维速度结构及其各向异性	宋仲和 安昌强等 (86)
东南沿海地区中强震的深部构造标志	战传富 (87)
论地球公转、自转及全球板块运动	阎 坤 (88)
地震释放的能量对环境应力场的依赖性	陈培善 S. J. Duda (89)
远震 PS 转换波观测中来自俯冲带的干扰	臧绍先 吴忠良等 (90)
日本海与中国东部地震的动力学过程	高山泰 (91)
考虑终止事件的理论地震图 —— 兼论唐山地震	温增平 秦保燕 (92)
震源机制乌尔夫网图叠加法的应用	刘建中 高 强等 (93)
地球引力场信息系统的建立与使用	管 铮 (94)
含摩擦多断层的断裂力学研究	滕春凯 白武明 (95)
板块运动的历史见证	费 琪 (96)
我国大陆岩石层拼合与解体的地震学证据	朱介寿 严忠琼 (97)
大震迁移与地球转速的变化	钱生华 (98)
大陆板块碰撞的三维粘弹性有限元模拟	石耀霖 朱元清 (99)
根据应力方向有限元法反演板块边界作用力	许忠淮 汪素云等 (100)
边界元应用于地球动力学研究初探	孙建中 周硕愚 (101)
远东地区的地震系列及其动力学机制	蒋明先 刘运生 (102)

地壳中软弱层及大陆地震时空活动性数值模拟	黄 雍 傅容珊等 (103)
日本海俯冲带的热结构及热源的影响	宁杰远 戚绍先 (104)
青藏高原及弧后扩张与中国大陆岩石层应力格局	黄建华 夏 庆 (105)
利用多种地球物理观测直接反演地幔对流模型	傅容珊 黄建华 (106)
循环加载对岩样失稳破裂的影响	金济山 石泽全等 (107)
三轴压缩下大理岩剪切断裂能的测定	方 华 金济山 (108)
岩石热处理对其力学性质和 Kaiser 效应的影响	席道瑛 邵必建等 (109)
地幔物质弹性模量的理论计算	杨海涛 刘 斌等 (110)

石油物探方法的进展

提高地震分辨率的新途径	钱绍新 汤 磊 (111)
有限元 VSP 模型在人机联作解释中的应用	牟永光 朱建林等 (112)
用 VSP 资料估算 Q 值	朱光明 高静怀 (113)
Born 近似与 Rytov 近似的层析研究	吴 律 朱光明等 (114)
各向异性介质中地震波场仿真及波场研究	谢桂生 包吉山 (115)
各向异性介质中弹性波方程数值解	董敏煜 刘彦强 (116)
介质各向异性对地震波与声波速度差异的影响	朱广生 雷 兵 (117)
τ -P 域 AVO 分析理论研究	杨复生 (118)
压力对 v_p/v_s 的影响及其在油气勘探中的应用	季钟霖 魏勇作 (119)
走滑盆地地震资料的再开发	葛双成 丁 晓 (120)
层速度谱	周熙震 刘学才等 (121)
桐柏盆地高精度重磁勘探技术及其地质效果	吴蓉之 袁照令 (122)
180 阶卫星重力异常的分析	关小平 郭璋民 (123)
高精度航空磁测技术及其应用	仇铭华 (124)
高精度磁测直接找油技术	周锦远 张工会等 (125)
油气藏上方磁、自电异常成因探讨	潘作枢 郭新顺 (126)
利用自然电位法直接探测油气藏	姜洪训 冯 兵 (127)
最大似然法在全波测井信息提取中的应用	伍先运 郭 立等 (128)
塔里木盆地火成岩分布及其对油气勘探的作用	张德润 (129)

金属物探方法的进展

蔡家营铅锌银矿地质-地球物理-地球化学模型	曹洛华 (130)
综合方法在普查勘探铜镍矿中的应用	刘光海 (131)
吉林红旗岭大型铜镍矿床物化探工作回顾	张志鸿 (132)
对华北地台含金伯利岩的预测研究	孙德梅 刘心铸等 (133)
若干金矿床综合物探找矿尝试	姜义生 崔焕敏等 (134)
地面伽马能谱方法找金矿	马宗祥 刘腾耀等 (135)

航磁重力法在夹皮沟地区金矿成矿预测中的应用	单汝俭 孙 炜 (136)
中国布格重力异常图的编制及地质解释	刘文锦 (137)
壤中 α 收集膜法用于寻找深部铀矿的研究	李珍福 李学军 (138)
隐伏矿预测中的重力异常解释方法	吴宣志 孙德梅 (139)
地下离子迁移富集的主要影响因素	应晓建 皮振帮等 (140)
金属矿井中声波透视效果及其分析	雷振英 赵 雁等 (141)
遵化穹褶束构造区划与铁金矿预测	袁铁良 (142)
梯度磁异常解释系统	管志宁 姚长利 (143)
电法勘探在寻找金刚石原生矿中的作用	潘玉玲 李振宇等 (144)
地下电磁波法在探测深部金属矿中的应用	易永森 吴治平等 (145)
云南省深部构造特征及铀成矿规律	胡昌汉 (146)

工程物探方法的进展

工程物探方法技术的新进展	王兴泰 (147)
航空电磁法在工程物探中应用的理论问题	黄皓平 (148)
探地雷达在工程应用中的新进展	王惠谦 李大心等 (149)
高精度磁测在探测岩溶陷落柱中的应用	曲 赞 阎桂林 (150)
高精度磁测在古墓调查中的应用	阎桂林 曲 赞等 (151)
可控音频电磁法在公路勘察中的应用	李文禄 侯思聪等 (152)
城市地下工程管线勘察的新方法	李清林 栗文山等 (153)
浅层折射的时间场法的自动化解译	张学强 周鸿秋等 (154)
薄层反射理论在面波溶洞勘探资料解释中的应用	黄嘉正 关小平等 (155)
隐伏层的形成条件与识别方法	周鸿秋 (156)
弹性波原位测试及其在工程勘察中的应用	林 威 马金龙 (157)
地下洞室中探测岩溶的物探技术	陶 洪 (158)
Haskell 矩阵法应用于浅层瑞利面波勘探	陈 静 (159)
瞬态瑞利波法的原理和在工程勘探中的应用	严寿民 陈 静等 (160)
电磁法在城市地下管线探测中的应用	谢向文 (161)
地质雷达探测古矿坑遗址	李大心 祁明松 (162)
桩基无损检测振动波全波振相识别	卢巧媛 (163)
加强钻孔综合利用 提高工程勘察质量	曹先玉 (164)
工程物探中的层析技术	冯 锐 周海南等 (165)

古地磁与岩石磁学

扬子、华北地块碰撞拼合的大地构造意义	程国良 林金泉等 (166)
鄂尔多斯盆地晚古生代以来古地磁研究	马耀华 邢历生等 (167)
塔里木板块晚古生代至中生代古地磁研究	方大钧 金国海等 (168)

塔里木板块中生代磁性特征和成因分析	陈汉林 方大钧等 (169)
准噶尔地块东北缘晚古生代古地磁研究	李素玲 程国良等 (170)
准噶尔地块侏罗纪、白垩纪古地磁研究	李永安 李 强等 (171)
南京地区志留纪、泥盆纪古地磁研究	何礼章 卢永顺等 (172)
浙西皖南中生代古地磁研究	吴能有 方大钧 (173)
中条山早、中元古代岩石古地磁研究及其地质意义	张惠民 (174)
四川白垩纪古方位的一个典型例证	张景鑫 (175)
磁性地层与苏北盆地的中新世演化	周墨清 (176)
南雄大塘剖面白垩纪—第三纪界线的磁性地层学	刘庆生 H. J. Hansen 等 (177)
江西吉泰盆地晚白垩世红层的磁性地层学	顾心如 雷良城等 (178)
松山反极性时以来的磁极性倒转与 B/M 过渡带特征	葛同明 樊利民等 (179)
多磁成分的分离技术和吉林古地磁研究	黄宝春 谭承泽 (180)
奥尔杜威上极性过渡带的形态	刘皇凤 安金珍等 (181)
周口店太平山反极性段的发现及其地质意义	金增信 刘 椿等 (182)
确定侵入岩体产状的磁组构研究方法	孟小红 谭承泽 (183)
受压岩石磁性的时间变化与地震的长期磁效应	郝锦琦 黄平章等 (184)
几种不同岩石的磁组构及波速组构的对比研究	白星碧 林万智 (185)
辽宁三股流岩体侵位方式的磁组构	张 鸣 阎桂林等 (186)
含煤地层的磁性与自燃区磁异常的成因	周姚秀 董金明等 (187)
磁化率各向异性对剩磁偏高效应的影响	胡守云 阎桂林 (188)
中国前寒武纪古陆块的视极移轨迹	张文治 (189)

地球物理信号处理理论、方法与应用

地球物理信号处理的进展	郑治真 (190)
时间序列分析在地磁资料处理中的应用	高玉芬 (191)
重力异常分离的 Wiener 滤波方法	张工会 孟昭泰 (192)
用分波理论值拟合处理固体潮汐	何世海 杨林章等 (193)
重磁异常波谱的计算方法	李润山 黄国祥 (194)
频谱分析在地磁与震磁研究中的应用	唐志佳 高金田等 (195)
地震预报中计算地电阻率的新方法	杜学彬 邱明武 (196)
大地电磁测深资料处理中的奇异值分解法	孙圣杰 (197)
可控源音频大地电磁法的静态效应校正	罗延钟 何展翔等 (198)
多目标规划在地球物理测井数字处理中的应用	刘业新 李衍达 (199)
爆破场地地面强振动分析程序	闵祥仪 周民都 (200)
测井信号对比中的多参数综合	李 楠 李衍达 (201)
论震级饱和与地幔波震级	左兆荣 吴建平等 (202)
横波分裂快慢波相对到时差的理论计算	李闯峰 姚 陈 (203)
横波分裂快慢波相对振幅比的观测解释	熊扬武 姚 陈 (204)

面波 Q 值频率依赖性的一种研究	郭履灿 吴建平等 (205)
地震深部勘探信号的数字滤波和再采样	卢 军 曹晓献 (206)
S 波分裂中快、慢波识别方法及其运用	刘希强 李清河等 (207)
唐山地震前后地形变的自适应滤波	沈 萍 (208)
地震报告数据处理系统	牟其铎 张雁如等 (209)
CDSN 地震事件带(盘)的转储与编辑	梁 静 华正兴 (210)

非线性理论在地球物理学中的应用

地幔运动的自组织流及其局部分叉行为	许凯华 傅新楚等 (211)
从地震目录重建复杂系统的动力学特征	李 颖 陈 颢 (212)
板内地震活动的自组织、自相似特征	罗灼礼 罗 伟等 (213)
活断层系当今自组织演化与吸引子	周硕愿 陈子林 (214)
地震序列的金字塔结构变形和 $1/3$ 定律	秦保燕 白建华等 (215)
地震能量与频数空间分布的分形特征	蒋海昆 (216)
地震分布时间结构的多分形谱相变	徐叶邦 韩渭宾等 (217)
地震前兆资料的分形特征及可预报尺度	陈棋福 (218)
模糊神经网络在地震预报中的应用初探	冯德益 蒋 淳等 (219)
加卸载响应比及其在地震预测中的应用	尹祥础 尹 灿 (220)
岩石反平面剪切裂纹扩展的 2-D 自动机模型	郑 捷 (221)
容量维和信息维随时间变化特征与地震预报	韩渭宾 徐叶邦等 (222)
岩石破裂强度与断面分维	刘 斌 杨海涛等 (223)
岩石剖面曲线的自仿射分形及其计算	施行觉 许和明等 (224)
岩石断面剖面的裂纹系分维	许和明 施行觉等 (225)
地震活动的非线性动力学模拟	耿鲁明 石耀霖等 (226)
岩石分形断裂的统计理论	牛志仁 施行觉 (227)
地震分形研究中的两个问题	洪时中 洪时明 (228)
地震孕育系统的超熵判据	陈时军 何 均 (229)

新技术和仪器

中国数字化地震仪器及其测试结果	沈梦培 (230)
关于拾震器的寄生共振问题	陆其鹤 (231)
KDY-1 型矿井地震仪与微机通讯的研究	王铁男 陈小树 (232)
MDS-1 型高分辨多功能数据采集系统	陈俊良 廖彦平等 (233)
MDS-2 智能化浮点放大 A/D 多功能数据采集系统	廖彦平 陈俊良等 (234)
基岩断裂对地震波影响的超声模拟研究	赵鸿儒 孙进忠等 (235)
超声模拟在地震动研究中的应用及展望	孙进忠 彭一民等 (236)
陷落柱地震波场的超声模拟	董其成 赵鸿儒 (237)

原位岩体剪切和摩擦试验中视电阻率变化特征	陈大元 陈 峰等 (238)
破裂电磁辐射的缝隙振子模型	王 赤 郭自强 (239)
“时分”式多通道数据采集器的附加相位移	姜源清 彭先干 (240)
瞬变电磁测深法的探测深度及分辨率	方文藻 李予国等 (241)
智能型磁通门式磁力仪的研制	饶运涛 (242)
东亚地磁台链的仪器观测系统	刘长发 张 平等 (243)
振弦式地壳钻孔应变仪测量量的力学特征	胡卫建 樊 倩等 (244)
双弦钻井重力仪	张善言 (245)
ZSM-III型重力仪读数自动记录数据预处理系统	刘士宏 (246)
LaCoste-Romberg G型重力仪静电反馈系统	沈 晶 张征宇等 (247)
JW-4型地下电磁波仪	瞿兴昌 高文利 (248)
宽频带流动地震台阵观测系统	刘启元 (249)
缩套型高温高压三轴室热应力分析	石泽全 (250)
一种适于堤坝探伤的电法仪器	于 斌 张金丽等 (251)
其他论文题录	(253)
中国地球物理学会第六届年会会议纪要	(259)
CONTENTS	(264)

石油物探技术的进展

马 在 田

(同济大学海洋系 上海 200092)

80年代世界石油工业发展处于低潮,但石油物探技术却有显著进步。无论在装备、数据采集、处理、资料解释方面,还是在理论研究方面都取得了前所未有的水平。

80年代在以下几个方面取得巨大的技术进步。有十大技术。

1. 在世界范围内由于广泛地采用三维地震勘探技术,三维地震工作在海上占全部地震工作量的 $1/2$ 左右,在陆上约占20%。事实已经证明三维地震成果最可靠,是当前油气田勘探开发最有价值的手段之一。

2. 高分辨率地震勘探技术取得不小的成功。使可分辨的地层厚度从30—50m提高到20—30m,个别的可达到20m以下。

3. 地震偏移理论与方法通过最近10年的研究已趋完善。叠后偏移,深度偏移,叠前部分偏移(DMO)和叠前全偏移都取得了很大的实用效果。

4. 井中地震学的研究有很大发展。以VSP(垂直地震剖面)和井间层析成像为主的,以研究油气储层为对象的一套方法近10年完成了大量的试验工作。但要取得有价值的效果,还有许多工作要做。

5. 多波多分量地震勘探方法做过很多的试验工作,发表了不少论文。

6. 波动方程法以及其他方法。比较有实用前景的反演是正、反演迭代进行的单参数或多参数的最佳估计或最佳逼近的一些方法。但它们的工作量大得惊人,因此距实用还有一段不小的距离。

7. 各向异性、孔隙介质和含流体的非完全弹性介质中地震波的理论和试验研究。

8. 综合地球物理方法进行盆地模拟已开始。

9. 层序地震学为综合解释提供了一个新概念和新手段。

10. 油藏描述与AVO和热采监测技术的应用。油藏描述是钻井、测井和地震资料的综合分析的成果。但AVO(振幅随炮检距的变化)和热采中流体的空时变化为油藏描述提供了有价值的信息。

未来的发展: 1. 全面推广三维地震勘探技术,数据采集、处理 and 解释都会更加完善; 2. 井中地震学在理论和实用上会有大的发展,特别是层析成像将为油藏描述提供可用的信息; 3. 多波地震方法会有较大的进展; 4. 在地震数据处理方面,将从以叠后资料处理为主变为以叠前处理为主; 5. 供油藏描述用的各种地球物理方法将向实用方向和更高精度发展; 6. 盆地模拟及综合解释方法有较大的进展; 7. 人机交互解释系统会进一步完善,将增加一些智能性的内容; 8. 各种介质中地震波传播及记录特征方面的理论和实验室研究将向深入和与实际相结合的方向发展; 9. 波动方程反演向实用方向有初步突破; 10. 千道地震仪,光纤电缆和光盘存储等技术将在实际工作中逐步推广。

金属矿物探的进展

何 继 善

(中南工业大学地质系 长沙 410083)

从 80 年代末到 90 年代初, 金属矿物探的进展具有明显的时代特点:

1. 重视地球物理理论找矿, 建立地质-地球物理或者地质-地球物理-地球化学模式;
2. 既直接找矿又进行物探立体填图, 以查明构造有利的成矿空间;
3. 找深部隐伏矿; 或者在复杂条件下, 特别是覆盖层和围岩不均匀条件下找隐伏矿;
4. 计算机的广泛使用, 仪器从数字化向多功能和智能化发展;
5. 金属物探与构造物探方法之间的相互渗透和促进。

就方法技术而言, 一些新方法得到发展和应用, 一些从原理上讲是老的方法由于技术的发展而以新的面貌出现。在我国最引人注目的是: 以质子旋进式磁力仪为工具的地面高精度磁测的推广; CSAMT、TEM 和频率测深的研究和应用; 频域、频谱激电法的开展; 广泛利用坑道、钻井等地下工程以加大探测深度和横向探测范围, 数字模拟特别是电磁法三维模拟的突破; 用综合物探方法寻找贵金属或放射性金属矿。

我国自行研制的仪器普遍数字化、微机化, 西方国家的仪器则从微机控制步入多功能和智能化阶段。现场除可进行数据处理外, 还可初步正反演及图示, 并留有用户自行开发的空间。多数是将 CPU 及外围芯片在仪器中设计成专用的系统, 如 GDP-16 地球物理采集系统。也有的直接将便携式微型计算机与仪器相联, 形成现场数据采集、处理系统, 如 MT-1, V-5 等。工艺水平也大为提高, 例如防潮功能已上升到防水功能。

一些西方国家本土上金属矿物探工作量减少, 那里的研究大量是计算机模拟, 中国是近年来新方法、新仪器的研究、引进和应用做得最多的国家, 除仪器和计算机之外, 在方法理论、应用范围和找矿效果方面的进展明显居于世界前列。

存在的问题是: 方法理论上并无重大突破, 主要是技术的更新引起原有方法的变革; 尽管有了许多正反演软件, 但对复杂情况的模拟仍不成熟; 仪器研究的进展有很浓的商业色彩。

数据的计算机解释, 特别是层析技术和各种成像技术, 近年内将有突破性进展, 并将逐步趋于实用化; 多道多功能仪器将趋于成熟; 但仍未看到重大方法理论突破的曙光。

地震预报的进展

陈 颢

(国家地震局 北京 100036)

地震预报是世界性的科学难题,也是地球物理学研究的前沿领域之一。在当前地震预报研究方面,有两个值得注意的发展趋势。

一是,经验性预报向概率性预报的发展。80年代末期,美国政府的一些机构大力加强了在特定地区大地震发生概率的研究^[1]。苏联提出了预报地震的 TIP 方法,即利用地震发生概率增加时段 (Time Increasing Probability) 来预报未来地震的方法^[2]。在中国,按照地震孕育过程的构造能量积累阶段、变形局部化阶段和运动突变阶段,把地震预报分为长期(几年至几十年)、中期(几月至几年)和短期临震(几天至几月)等不同的阶段。长期预报以揭示地震发生的自然概率为主,1990年新编的地震区划图是运用综合概率方法进行长期预报的例子。在中期和短临预报方面,则是广泛地观测各种地球物理、地球化学和流体场的异常现象,寻找有物理意义的前兆因子,努力提高其发生的概率增益,即提高地震预报的条件概率值。目前国内外已出现多种地震预报的算法和专家系统,是这种发展趋势和计算机技术相结合的表现。

第二个发展趋势是,强调研究地震产生的物理过程,并将其与岩石圈动力学研究联系起来。地球物理学中许多问题与岩石圈动力学有关,其中一个重要的问题是地震的动力学过程。岩石圈是一个确定性的非线性系统,地震的发生是其动力学中最重要的现象之一。因此,认识地震产生的物理过程对于了解岩石圈的动力学是十分重要的。但是,目前人们无法写出描述岩石圈的动力学方程组,并且通过直接测量而得到关于岩石圈的参数很少,这种情况在相当长的时间里不会改变。借助于在其他学科中发展起来的非线性科学的理论框架^[3],结合与地震发生相伴的地球物理观测,研究地震过程和规律,成为近年来多次国际学术活动的主题。1991年第20届 IUGG 大会的5个大会发言中,取代过去大会关于地震预报发言的题目是“混沌现象的可预报性 (Predictability of Chaotic Phenomena)”,讨论的正是地球物理学中,特别是地震预报研究中核心的物理问题。

参 考 文 献

- [1] Probabilities of large earthquakes in the San Francisco bay region, California, U. S. Geological Survey Circular, 1053, 1990.
- [2] V. I. Keilis-Borok, Physics of the Earth and planetary interiors, 61, 1-2, 1-7, 1990.
- [3] 陈颢, 分形与混沌在地球科学中的应用, 学术期刊出版社, 1989.

层状介质参数反演的阶跃梯度法

段方勇 黄载禄 万发贵 屈万里

(华中理工大学 武汉 430074)

根据人工爆炸产生的地震记录来判断地层内部结构和岩性是地震勘探中的重要问题。J.L.Lions^[1]等人将其归结为一维波动方程的系数辨识问题，并在系数辨识中采用了分布参数最优控制理论。这种方法与最小二乘法、反褶积算法相比较，除了在理论上证明了稳定性外，还能保证所得到的声阻抗等参数均在物理容许的范围内，且不需对记录数据进行预处理。但是，其中的常用梯度法、乘子法及脉冲变分法对层内参数值相等，层间参数跃变大的介质的参数反演效果较差。由于梯度法和乘子法均基于古典变分原理，它要求函数值的变动是微小的，因而对层状介质参数辨识效果不佳；脉冲变分法^[2]是基于脉冲变分原理，它与古典变分原理的区别是函数值的变动可以是不连续的，并给出了当变动区域很小时，如何估计泛函改变量主部的公式，但它仅对介质参数为脉冲状时有效，而对介质参数为阶跃状时效果较差。本文提出了一种新的反演方法——阶跃梯度法。该方法对于解决层状介质参数辨识问题十分有效。阶跃梯度法利用了介质参数的跃变必然引起目标函数梯度的跃变等性质。其反演过程大致如下：

1. 给定介质参数的初始估计： $\sigma_i = \sigma_0$, $i = 1, 2, \dots, m$, (m 为分层数)，令 $i_1 = 1$;
2. 计算目标函数对 σ_i 的梯度， $i > i_1$;
3. 若梯度无跃变，则跳到第 6 步，否则，寻找梯度跃变量大处（此处的 i 记为 i_1 ），作为介质的分层处；
4. 对 $i > i_1$ 的介质参数 $\sigma_i \triangleq \sigma_{i_1}$ ，利用单变量极值法求出最佳 σ_i ；
5. 返回第 2 步，寻找下一个分层处及其最佳参数；
6. 将求出的 $\{\sigma_i\}$ 作为初始值，利用共轭梯度法进行反演修正。

计算机仿真结果表明，它具有反演精度高，分层识别准确，反演速度快（不需迭代或迭代次数大大减少），抗干扰能力强（加 30% 的噪声仍能准确反演），占用内存少（3M 数量级）等优点。且参数跃变越大，其优点越明显（相对常用优化法）。当参数跃变较小（但分层明显）时，其反演效果也比已有方法有所改善。即使参数分层不明显，其效果也不下降。

此方法不仅能用于新的数学模型和地震勘探中沿用的数学模型^[2]，也能用于其他类型的数学模型（只要所需反演的参数是阶跃变化的），效果均比已有方法好。

参 考 文 献

- [1] Lions, J. L., Proceedings of IFIP Working Conference, Rome, 1976.
- [2] 黄光远等，地球物理学报，28，1，74—84，1985.

地球物理多参数反演中的正则化参数优选问题

张 让 张文生 谢 靖

(长春地质学院基础科学系 长春 130026)

地球物理参数反演问题是典型的不适定问题。它常归结为一个第一类 Fredholm 积分方程或方程组的问题。这种方程称为全连续算子方程。由于两个全连续算子的乘积也是全连续的, 因此, 如果全连续算子 A 有逆 A^{-1} , 则 A^{-1} 必然无界, 这是因为如果 A^{-1} 有界, 则 $AA^{-1}=I$ 也是全连续的。所以全连续算子方程

$$Au = f \quad (1)$$

如果有解, 其解 $u=A^{-1}f$ 必然不连续依赖于右端项 f (观测值)。再者, 由于观测值 f 通常不属于 A 的值域 $R(A)$, 因而我们只能求式 (1) 的解估计 u , 它应满足:

$$F(u) = \|Au - f\| = \min. \quad (2)$$

可是由于 A 的病态 (因 A 无界) 致使与式 (2) 等价的欧拉方程

$$A^*Au = A^*f \quad (3)$$

也是病态的。这就不得不考虑式 (2) 或 (3) 的近似解, 它由带正则化参数的泛函:

$$G[u_\lambda] = \|Au_\lambda - f\| - \lambda\Omega(u_\lambda) = \min \quad (4)$$

所定义。而式 (4) 的欧拉方程为

$$A^*Au_\lambda + \lambda\Omega'(u_\lambda) = A^*f \quad (5)$$

已经是第二类的了。其中 $\Omega(u)$ 是稳定子, 通常取 $\Omega(u) = \alpha(x)u^2 + \beta(x)u'^2$, 它是 Sobolev 空间中的范数的平方, 而 $\alpha(x) > 0$, $\beta(x) > 0$, 是两个控制解的有界性和光滑性的权量。当取 $\alpha=1$, $\beta=0$ 时, 即得到阻尼最小二乘法。一般取 $\alpha=\beta=1$, 从而优选正则化参数 λ 。吉洪诺夫、莫洛佐夫都讲到了 λ 的优化选择方法。他们都是按方程右端项的精度 (即观测值与精确值的偏差) 来确定的。但是这个原则在地球物理参数反演中是不适用的。因为我们既不能知道右端的精确函数, 也不知道观测值的精度。因此我们无法用这个原则来优化选取 λ 。

我们在地球物理参数反演中建立了一个原则, 即使实际输出与某些控制点上的已知参数值之间的平方偏差最小的原则。利用这个原则来优选正则化参数, 使用求无约束优化中的单纯形方法在计算机上自动实现, 这在一维波阻抗 (单参数) 反演中已取得很好的效果。

在多参数反演中仅考虑单一的正则化参数 λ 的优化选取是不够的, 远不能使反演的众多参数值都接近于待反演的多参数模型, 而把稳定子 $\Omega(u)$ 中的两个权量 α 、 β 与正则化参数 λ 联合选取。我们把这些量称为正则化参数组, 利用少数控制点上的已知值与待反演参数值的平方偏差最小的原则, 采用单纯形法来自动选取最优正则化参数组以构成最优正则化解。均能取得很好的效果。

位场反演中的双次滤波技术研究

王 西 文

(西北石油地质研究所 兰州 730020)

在位场反演中,为了获得较满意的解,通过正则化算子压制高频干扰。但是,尽管如此,得到的解除了有用信息的成分外,还有误差干扰,其来源有三个方面:一是观测误差;二是滤波器截止频率引起误差;三是离散抽样引起的误差。有时为了使解光滑一些,平坦一些,通过正则化算子强压制高频来完成。这样,解的形态较好一些,但解的分辨率大大降低,而且造成一些假构造,即使观测数据与计算数据拟合误差很小的情况下也是如此。为此,本文以位场频率域反演为例提出一种提高反演分辨率的双次滤波技术。

1. 在反演中正则化滤波器的一次滤波

在反演时,正则化滤波器和其截止频率的选择必须满足两点,一则是要压制高频干扰使反演有解,二则是要尽可能的使截止频率高,以便获得足够多高频段的信息,而不管反演解的形态如何。这样,可以得到反演解 $m(x_0)$, 异常拟合误差和解的近似分辨率 $\Delta X < 1/f$ (f 是滤波器截止频率)。

2. 改善解的二次滤波

由于反演中截止频率较高,势必解中包含了观测数据误差,离散抽样和截止频率引起的一些误差干扰,而且这种干扰波长接近 ΔX , 在断层、隆起角点的位置上加剧。为此,采用补偿圆滑方式弥补反演解的不足。圆滑滤波器 $A(x, x_0)$ 必须满足

$$\int A(x, x_0) dx = 1.$$

而且,可以根据反演解的误差干扰程度选择它。这样,就可以得到反演改善解

$$M(x_0) = \int A(x, x_0) m(x) dx,$$

该解的分辨率
$$S(x_0) = 12 \int (x - x_0)^2 A^2(x, x_0) dx,$$

解的方差
$$s^2(x_0) = \sum_i \alpha_i B_{ii} \alpha_i,$$

当 $A(x, x_0)$ 和反演方程核函数为已知时, α_i 可由下式求得

$$A(x, x_0) = \sum_i \alpha_i G_i(x).$$

当解中高频干扰较多时,需要 $A(x, x_0)$ 的 $S(x_0)$ 大于干扰波长,这样才能压制干扰,从而降低反演解的分辨率,使方差变小,反之亦然。